Die Hydrographie der Stadt Bamberg,

ein Beitrag zur Kenntniß der Wässer der Keuperformation.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

bei der

hochlöblichen philosophischen Facultät

der

Universität Erlangen

vorgelegt von

Josef Mayrhofer,

Assistent am Laboratorium für angew. Chemie an der Universität Erlangen.

Bamberg 1885,

Druck der Reindl'schen Officin.

Meinem hochverehrten Chef Herrn Professor Dr. Hilger sei hier der innigste Dank für das Wohlwollen, mit welchem er dieser Arbeit fördernd zur Seite stund, dargebracht.

Im Laufe des Jahres 1883 hatte ich Gelegenheit, auf Veranlassung des Magistrates der Stadt Bamberg die öffentlichen Brunnen der Stadt einer chemischen Untersuchung zu unterziehen.

Wenn ich mir erlaube, im Folgenden die Ergebnisse dieser Untersuchung vorzulegen, so geschieht es jedoch nicht in der Absicht die hiebei gewonnenen Resultate zu äthiologischen Betrachtungen zu verwenden, sondern nur, um der Frage nach der Wechselbeziehung zwischen der Beschaffenheit des Bodens und dem Grundwasser näher treten zu können.

Die Qualität des Wassers ist abhängig von der Natur des Bodens, welchen dasselbe durchdringt und es ist daher selbstverständlich, daß die verschiedenen Gebirgsarten entstammenden Wasser auch eine verschiedene Zusammensetzung haben werden.

Was daher unter „reinem Wasser" zu verstehen sei, ist für jedem Fall erst festzustellen.

Ist der Boden nicht rein, das heißt, ist er mit den Abfallstoffen der Cultur und Industrie, mit den Producten des Stoffwechsels der Menschen und Thiere durchsetzt, so wird das Wasser aus solchem Boden bald Stoffe aufnehmen, die mit den eben erwähnten im nahen Zusammenhange stehen, es wird gewisse Eigenschaften erlangen, die es in reinem Zustande, das ist in dem Boden

von gleicher geologischer Beschaffenheit, aber ohne die Abfallstoffe ꝛc. nicht besitzt.

In diesem Sinne angewendet, erlaubt die chemische Analyse Schlüsse zu ziehen auf die Natur des Bodens, auf, durch lokale Zuflüsse bedingte Veränderungen des Wassers.

Als ein Beispiel enger Wechselbeziehung zwischen dem petrographischen Character des Bodens, seiner Lagerung und Structur einerseits, und der davon abhängigen Beschaffenheit und Bewegung des Grundwassers anderseits, mögen nachstehende Brunnenwasser Analysen dienen und zugleich als kleiner Beitrag zur Hydrographie Bambergs betrachtet werden.

In dem Bestreben, ein ziemlich reiches Vergleichsmateriale zu gewinnen, beschränkte ich meine Untersuchung nicht allein auf die Brunnen Bambergs, sondern ich zog eine Reihe weiterer Wasser, derselben geologischen Formation, dem Keuper angehörend, in den Kreis meiner Betrachtung.

Es ist naheliegend, daß hier nur jene Schichten des Keupers von besonderem Interesse sein werden, in welchen das Quellgebiet der Regnitz und ihrer Zuflüsse liegt und ich möchte, bevor auf die geologische Beschaffenheit des Untergrundes von Bamberg speciell eingegangen wird, im Allgemeinen der Gliederung des Keupers Erwähnung thun.

Von besonderer Wichtigkeit jedoch erschien mir eine Vergleichung des Keupers des Steigerwaldes und seiner Quellen mit den westlich der Regnitz emporragenden Keuperhügeln, den östlichen Ausläufern des genannten Waldgebirges und den, diesen Hügeln entstammenden Quellen.

Der unterste Keuper, welchen Gümbel den grauen Keuper oder Lettenkohlenstockwerk nennt, kommt hier nicht in Betracht, sondern vielmehr der mittlere oder bunte Keuper, welcher mit den oberen oder gelben Keuper, dem rhätischen Stockwerke, die Berge des Steigerwaldes bildet.

Dieser obere Keuper ist jedoch von geringer Mächtigkeit, sein

oberstes Glied, der Bonebedsandstein wird von anderen Geologen bereits zum Lias gezählt.

Der Keuper des Steigerwaldes wurde von Nies[1]) bearbeitet und die im Folgenden gegebene Characterisirung dieses geologischen Gebietes entnehme ich dieser Arbeit.

Nies stellt folgendes Profil für den Keuper, vom Grenzdolomit bis zum Semionotus-Sandstein auf.

Semionotus-Sandstein
Bunte Mergel mit Sandsteinbänken
Lehberger Schichten mit Schichten bunter Mergel
Bunte Mergel
Schilfsandsteine
Bunte Mergel mit mehreren Steinmergelbänken
Bunte Mergel mit Gyps in Schnüren und Nestern
Gyps mit Steinmergelbänken
Bunte Mergel mit Gyps ꝛc.
Bleiglanzbank
Bunte Mergel
Dolomit
Mergel
Gyps.
Lettenkohle.

Dieses Profil wird nach Oben noch durch das von Gümbel[2]) gegebene des Semionotus-Sandstein und des Stubensandsteines ergänzt.

Semionotus-Sandstein:
- α. Letten
- β. Semionotus-Sandstein
- γ. Letten
- δ. Sandsteinbänke v. krystall. Habitus.

Stuben-Sandstein:
- Kellersandstein
- Letten
- Hauptstubensandstein
- Letten
- Arkose mit Dolomitsandstein
- Letten mit Steinmergel, wenig sandigen Einlagerungen.

[1]) Beiträge zur Kenntniß des Keupers im Steigerwalde v. Frd. Nies. Würzburg 1868.

[2]) Gümbel. Bavaria Bd. IV. Heft 11.

Die Keuperschichten besitzen ein ziemlich bedeutendes Fallen nach Osten, was zur Folge hat, daß der Semionotus-Sandstein in Bamberg sich schon in beträchtlicher Tiefe befindet, und nur der Stubensandstein zu Tage tritt.

Es wird bei der Beurtheilung des Stubensandsteines, auf welchen der bergige Theil der Stadt (III. und IV. District) erbaut ist, im Vergleiche mit den Wassern des Steigerwaldes von Wichtigkeit sein nicht zu vergessen, daß die gypsführenden Schichten desselben, weit tieferen Horizonten angehören als der Stubensandstein, und, daß Ries ganz ausdrücklich hervorhebt, daß die bunten Mergel des Steigerwaldes sich wesentlich durch das nahezu gänzliche Fehlen des Gypses von denen anderer Localitäten auszeichnen.

Was die specielle Geologie Bambergs anbelangt, so hat Professor Dr. Schrüfer*) diese Frage bereits in erschöpfender Weise behandelt, und ich entnehme dieser Arbeit, sowie mündlichen Mittheilungen des Verfassers, für die ich mir erlaube an dieser Stelle bestens Dank zu sagen, nachstehende Details:

Der Boden und die nächste Umgebung Bambergs gehört der Jura- und Keuper-Formation an, deren Schichtenfolge nachstehendes Schema angibt.

Lias	Oberer	Jurensis-Thone 10′ mächtig
		Posidonienschiefer 40—50′ mächtig
	Mittlerer	Amaltheen-Thone 150′ m
		Numismalismergel 50′ m
	Unterer	Arieten Sandkalke 5—10′ m
		Cardinen Thone 20′ m
Jnfra. Lias . .		Bonebed. Sandstein 20′
Oberer Keuper		Rothe Keuperthone
		Oberer weißer Keupersandstein — (Stubensandstein) 400′ m
		Unterer weißer Keupersandstein — (Semionotus-Sandstein)

Die letztere steht in der Nähe Bambergs nirgends mehr an,

*) Bamberg's Untergrund und dessen Wasserführung von Dr. Schrüfer, kgl. Lycealprofessor. Bamberg 1873.

wie schon früher erwähnt wurde, er bildet aber im Steigerwald die bedeutensten Höhen desselben, wie den Zabelstein, den Schwanberg u. s. w. Die meisten Quellen und Bäche des Steigerwaldes entspringen diesen Schichten.

Die weißen Sandsteine Bambergs sind Stubensandsteine, welche regellose Einlagerungen von dolomitischen Mergeln, Thonen ꝛc. zeigen.

In diesen Sandsteinen, mit den dieselben überragenden Keuperthonen liegen die Brunnen des III. und IV. Bezirkes der Stadt.

Der Stubensandstein ist grobkörnigen Gefüges, zum größten Theile aus Quarzkörnchen von 0.5 bis 2.0 mm Größe bestehend.

Diese Structur ermöglicht dem Wasser eine, wenn auch nicht leichte Circulation im Innern des Gesteins. Die Meteorwässer werden beim Durchdringen dieses Bodens die in demselben befindlichen löslichen oder durch Umsetzung löslich gewordenen Bestandtheile des Bindemittels dieser Sandsteine allmählig auslaugeu; die solchen Boden entspringenden Quellen, oder deren Sammelwässer werden demnach eine dem Bindemittel des Sandsteines ähnliche chemische Zusammensetzung finden müssen.

Es ist selbstverständlich, daß, wenn von einem Auslaugen der Stubensandsteine gesprochen wird, immer die bereits oben erwähnten zufälligen Einlagerungen ausgenommen, nur das Bindemittel der Quarzkörner gemeint sein kann.

Ueber die chemische Natur dieses Bindemittels liegen eine Reihe von Analysen vor. Ist dasselbe auch nicht aller Orten gleich zusammengesetzt, so dürfte, obwohl eben für den Bamberger Sandstein leider keine Analyse vorliegt, aus der Reihe von Beobachtungen über Sandsteine aus dem Keuper von Schweinfurt, der Rhön und Kulmbach, den Keupersandsteinen von Wendelstein und Schwarzenbach doch ein annähernder Schluß auf chemische Beschaffenheit des n den Bamberger Sandsteinen die Quarzkörner verkittenden Materiales, erlaubt sein.

v. Bibra[1]) gibt eine Reihe von Analysen bunter Sandsteine aus der Umgebung von Schweinfurt und der Rhön.

Die Menge des Bindemittels schwankt zwischen 0.6% — 7.0%;

[1]) Bischoff. Lehrbuch d. chem. und phys. Geologie Bd. 3. 138 Journal f. pr. Chemie XXV. 23.

es erwies sich als, aus sehr wasserreichen, also wahrscheinlich leicht zersetzbaren Silicaten der Thonerde und des Eisenoxydes bestehend, die jedoch 8—30% Kalk (Cao) und Magnesiumoxyd enthalten.

Nach Schmidt[1]) ist das Bindemittel der Sandsteine von Kulmbach und Heidelberg ein sehr eisenreicher Thon und Gyps.

Ewald[2]) fand, daß die Sandsteine der Keuperformation zwischen Wendelstein und Schwarzenbach in ihren oberen Lagen ein kalkig-thoniges Bindemittel besitzen.

Es ist vielleicht erlaubt — ehe diesbezügliche Untersuchungen mit dem Bamberger Materiale angestellt werden — anzunehmen, daß der Stubensandstein im Mittel 3.5% Bindemittel besitze, welches wieder aus 16—20% Kalk und Magnesia d. h. aus beiläufig dem 5. Theil, also auf den Sandstein bezogen, zu 0.7% an diesen Verbindungen bestehen.

Diese nur annähernd als Mittelwerte geltenden Zahlen werden durch eine Analyse des weißen Stubensandsteines von Erlangen bestätigt.[3])

	In Salzsäure unlöslich	In Salzsäure löslich
Kieselsäure	91.86 %	1.20 %
Eisenoxyd	——	0.12 %
Thonerde	3.62 %	0.28 %
Calciumoxyd	0.33 %	0.28 %
Kaliumoxyd	1.06 %	0.21 %
Natriumoxyd	0.31 %	0.10 %
Schwefelsäure (SO_4H_2) . . .	——	0.48 %
Phosphorsäure (PO_4H_3) . .	——	0.18 %
Wasser	——	0.50 %
	97.18 %	3.35 %

Ueber den Sandsteinen liegen rothe Keuperthone, welche bis zu 250' mächtig werden und darüber der Bonebedsandstein mit Cardinienthonen; so auf der Altenburg. Die Mächtigkeit der Keuperthone ist eine sehr wechselnde; bald erheben sie sich in kleinen Hügeln über den Sandstein, bald und zwar mächtiger entwickelt finden sie sich am Fuße der Höhen, deren Gipfel von dem Bonebed- und Cardinienthon gebildet werden.

[1]) G. Bischoff ibid.

[2]) G. Bischoff. chem. Geolog. u. Zeitschrift d. deutsch geolog. Gesellschaft IV. 609.

[3]) Hilger, Verwitterungsvorgänge. Landwirthschafts. Jahrbücher 8. Bd. 1879.

Ueber diesen älteren Ablagerungen liegen diluvialer Lehm und Löß. Doch sind selbe von zu geringer Mächtigkeit, als daß sie als wasserführende Schichten hier betrachtet werden können.

Ist der Sandstein wenig geneigt, das auf ihn fallende Wasser in einigermassen beträchtlicher Menge aufzunehmen, und so zum quellenspendenden Gebirge zu werden, so ist dies von dem Thon in noch viel geringerem Maaße zu erwarten.

Er nimmt zwar Wasser auf, allein er gibt es gar nicht oder höchst langsam ab, und breitet sich vielmehr als schützendes Dach über die Hügel, auf welchem die atmosphärischen Wasser möglichst rasch zum Thale eilen können.

Das wäre im allgemeinen die geologische Beschaffenheit des Terrains westlich der Regnitz im III. und IV. Bezirke.

Wesentlich anders ist der Boden im I. und II. Bezirke beschaffen. Die Keuperschichten (Sandstein ꝛc.) vertiefen sich, wie schon mehrmals erwähnt wurde, ziemlich rasch, der directe Untergrund, auf welchem die Stadt östlich des linken Regnitzarmes steht, ist Alluvium.

Ueber die Mächtigkeit dieses angeschwemmten Landes gibt ein in den dreißiger Jahren bei der versuchten Bohrung eines artesischen Brunnens am grünen Markte gewonnenes Profil Aufschluß.

Nach demselben wurde der Stubensandstein erst in einer Tiefe von 71′ angefahren, Schuttland, Sand, rothe Mergel und Dolomite überdecken denselben, der Sand besitzt allein eine Mächtigkeit von 37′.

Interessant dürfte es sein, daß nach diesem Profile in einer Tiefe von 74′ Sandstein vorkommt, von welchem ausdrücklich erwähnt wird, daß er Feldspath führe, was vielleicht mit der Arkose Gümbels in der Etage des Stubensandsteines in Beziehung zu bringen ist, welche den obersten Schichten desselben angehört und demnach hier erst in ziemlicher Tiefe gefunden wird.

Wenn man erwägt, daß der Schacht des Düthörnleinsbrunnen nur 18′ tief ist, dabei so nahe der Regnitz liegt und dennoch sein Wasser vollständig dem der unzweifelhaft im Stubensandsteine liegenden Brunnen entspricht, und anderseits, daß in dem räumlich so nahe liegenden Brunnenschachte am grünen Markte erst in 70′ Tiefe der Sandstein getroffen wurde, so haben wir für diese Thatsache entweder die Erklärung, daß das Fallen der Schichten ein so bedeu-

tendes ist, oder daß diese so plötzlich erscheinende Mulde der lang andauernden Erosion des Wassers ihre Entstehung verdankt.

Nach Osten nimmt die Mächtigkeit der Alluvionen ab, die Keuperthone treten wieder zu Tage, Erscheinungen, welche dafür sprechen, daß sich am Westrande des heutigen Thales von Bamberg die Wellen eines nach Norden strömenden Wassers tief in den Boden einwühlten, die oberen Schichten des Keuper fortspüllten und erst später wieder die tiefen Mulden mit Detritus erfüllten. Der Boden, den die Alluvionen bedecken, müßte demnach eine Neigung gegen Westen besitzen, und auf dieser schiefen Ebene fließt der Grundwasserstrom, von den Hügeln, die im Osten das weite Thal von Bamberg umsäumen, der Regnitz als dem tiefsten Punkte zu.

Die seit Jahresfrist angestellten Grundwasserbeobachtungen bestätigen diese Annahme, insoferne aus nur einjähriger Erfahrung ein Schluß zu ziehen erlaubt ist.

Wir finden in einem auf die Stromrichtung der Regnitz möglichst senkrecht gelegenen Grundwasserprofil ein Steigen des Grundwassers in der Richtung nach Osten.

Schrüfer[1]) theilt schon 1878 eine Reihe solcher Beobachtungen mit und führt weiter als auffallende Thatsache, die große Nähe des Grundwasserspiegels unter dem Boden östlich der Hofer-Bahnlinie, an. Und weiter nach Osten im Hauptsmoore,[1]) in welchem wieder die Keuperthone als zu Tage tretend anzutreffen sind, bilden die letzteren oft Veranlassung zur Bildung von Tümpeln und Lagern von Sumpferz.[2])

Wir ersehen daraus, daß die sich aus Meteorwasser ansammelnden Wasserläufe sobald sie die gegen Westen verschwindenden undurchlässigen Keuperthone verlassen, als Grundwasser dem tiefsten Punkte des Thales, dem westlichen Regnitzarme zufließen müssen.

Die Beobachtungen bestätigen vollkommen die vorhin ausgesprochenen Annahme, sie geben aber auch schätzenswerthe Aufklärungen zur Beurtheilung der chemischen Eigenschaften der Brunnenwasser im östlichen Theile der Stadt.

---

[1]) Im Hauptsmoore ist übrigens auch der mittlere Lias, die Schicht mit Ammonites Valdani, aus blaugrauen Kalkmergel bestehend, aufgeschlossen. (Schrüfer, Jura Form. in Franken. 21).

[2]) Ebendaselbst.

Besonders wichtig ist der Umstand, daß bei nasser Jahreszeit das Grundwasser in nur wenig tief eingeschnittenen Gräben am Tage steht, das heißt in inniger Berührung mit der Culturschicht sich befindet, daher im Stande ist dieselbe auszulaugen und einen Theil der löslichen Düngerbestandtheile, mit welchem das emsig bebaute und gepflegte Garten- und Ackerland gedüngt wird, den Brunnen der Stadt zuzuführen.

Eine Vergleichung der Analysen der Brunnenwässer, angeordnet im Sinne des Grundwasserprofiles ergibt thatsächlich eine Anreicherung an Trockenrückstand, Kochsalz, Schwefel- und Salpetersäure bis zum östlichen Regnitzarme — dann findet durch das Wasser des Flußes, Verdünnung des Grundwassers statt, welches aber auf seinem Wege durch die Stadt wieder eine Zunahme an den erwähnten Substanzen erfährt, bis abermals die Brunnen nahe dem westl. Regnitzarme durch denselben eine wesentliche Verminderung ihrer gelösten Substanzen durch das Regnitzwasser erleiden.

Diese aus der chemischen Untersuchung des Wassers erschlossenen Thatsachen bestätigen die von Professor Schrüfer auf Grund seiner Beobachtungen über das Grundwasser dieses Bezirkes ausgesprochenen Ansichten. (Bamberg Untergrund pg. 34 u. f. f.)

Da der linke Regnitzarm tiefer liegt als der rechte, und sein Wasserstand ferners durch Wasserbauten und Vorkehrungen immer nahezu auf der durch den Nullpunkt seines Pegels fixirten Höhe constant erhalten wird, während die Veränderungen im Wasserstande des Flusses bei Hochwasser nur im rechten Regnitzarme zum vollen Ausdrucke kommen, so findet in diesem Falle eine Fortleitung des Grundwassers bis zum westlichen Arme des Flusses, geradezu ein Drücken des Regnitzwassers nach Westen statt.

Eine Vergleichung der beobachteten Grundwasserhöhen auf der Stadt-Insel mit der Regnitz (Pegel an der Kettenbrücke) läßt dieses deutlich erkennen, indem den Maximen der Regnitzwasserstände immer solche der Brunen folgen.

Ich verdanke diese Mittheilung der Güte des Hrn. Wasserwerks-Inspector Bischoff, welchem ich für seine große Freundlichkeit zu großem Danke verpflichtet bin.

Man ersieht daraus, daß der Boden der Stadt durch den Grundwasserstrom geradezu gewaschen wird.

Anders allerdings gestalten sich diese Verhältnisse in wasserarmen Zeiten, da dann die ganze Menge des Regnitzwassers durch den westl. Arm des Flußes abfließt in demselben durch die Wasserwerke der Spinnerei noch gestaut wird, während der östliche nahezu trocken liegt, so daß in solchen Zeiten eher eine Rückstauung nach Osten eintritt. So viel über die geologischen und hydrographischen Verhältnisse vnn Bamberg.

In nachstehenden Tabellen gebe ich nun die Resultate der analyt. Untersuchung einer Reihe von Brunnenwasser, welche ich der lokalen und geologischen Lage nach in 3 Gruppen theile:

1.) Brunnen, westlich der Regnitz (III. IV. Bez.)

2.) Brunnen auf der Stadt-Insel (I. Bez.)

3.) Brunnen östlich der Regnitz (II. Bez.)

Zur Beurtheilung dieser Wasser der Stadt ist es vielleicht von Interesse, weitere Analysen anderer ebenfalls dem Keuper entstammender Wässer zum Vergleiche herbeizuziehen.

Anläßlich der Wasserversorgung der Stadt Fürth wurde im Laboratorium des Herrn Prof. Hilger eine größere Anzahl von Wasseruntersuchungen ausgeführt, welche einerseits den klarsten Beweis liefern, in welch hohem Grade Brunnen durch die in den Boden gelangenden Abfallstoffe verunreinigt werden können, anderseits aber auch Aufschlüsse geben über die Zusammensetzung reiner Keuperwässer.

Während die Stadtbrunnen in Fürth Trockenrückstände von 2.73, 4.52, 5.16, ja sogar 10.0 Grm. pr. Liter (Spiegelfabrik-Brunnenwasser) besitzen, ergeben die in den Keuperhügeln erbohrten Quellen solche zwischen 0.17 und 0.30 schwankend.

Unter 37 Wasserproben, welche als reine Keuperwasser betrachtet werden können, von welchen ich unten einige Bestimmungen anführe, finden sich nur 3, welche Trockenrückstände zwischen 0.60 und 0.66 per Liter enthalten; es sind das Wasser von Kleinreuth, Weikershof und Leyh,[1]) wobei aber noch zu bemerken ist, daß das aus einem Versuchsschachte bei Weikershof erbohrte Wasser wiederum nur 0.252 Theile Trockenrückstand ergab.

[1]) Kleinreuth, Weikershof und Leyh liegen in der weiten alluvialen Ebene zwischen Regnitz und Rednitz ungefähr 1½ Stunde südlich von Fürth, während Unterfahrenbach, Atzenhof, Fritzmannshof und Veitsbronn N. W. der Stadt, etwa 1—2 Wegstunden von derselben entfernt im Farn- und Zennthale gelegen sind.

1000 ccm. enthalten	Trocken-rückstand	Chlor-natrium	Salpeter-Säure	Härte Deutsch H°
Unterfahrenbach Quelle 4	0.225	0.017	0.017	6.6
Felendorf unterhalb der Mühle	0.220	0.017	0.013	9.0
Alzenhofer Quelle	0.255	0.023	0.026	8.0
Quelle bei Veitsbronn	0.300	0.011	0 009	9.3
Fritzmannsdorf	0.285	0.011	0.012	10.0
Hauptquelle bei Veitsbronn	0.300	0.011	0.017	10.0
Leyh	0.595	0.058	0.029	—
Kleinreuth	0.640	0.093	0.038	—
Weikershof	0.660	0.099	0.090	—
Versuchsschacht bei Weikershof	0,256	0.023	0.011	—
Wasserproben aus 8 verschiedenen Bohrlöchern	0.240 bis 0.300	0.014 bis 0.041	0.002 bis 0.020	2° bis 7°

Ueber die Zusammensetzung der Brunnenwasser der Stadt Erlangen besitzen wir bereits zahlreiche Beobachtungen.

Dr. Schnitzer[1] findet für Brunnen, bei welchen eine reichliche Verunreinigung durch die Stadtlauge mehr weniger ausgeschlossen erscheint, 0.30 bis 0.60 pr. Liter.

Er fand jedoch, daß die Menge des Trockenrückstandes nicht allein eine innerhalb gewisser Grenzen schwankende, sondern auch von der Tiefe der Brunnen abhängige ist.

Seinen Beobachtungen nach unterscheidet er Brunnen mit 4—5 Meter Tiefe: diese besitzen Trockenrückstände von 0.20 — 0.30 pr. Liter, und Brunnen, über 5 Meter Tiefe, welche 0.30 — 0.60 Gramm pr. Liter enthalten.

Mit zunehmender Tiefe wachsen also die Mengen der gelösten Stoffe. Aber nicht allein von diesen eben angeführten Factoren abhängig, ist eine allmälige Vergrößerung des Trockenrückstandes bei einem und demselben Brunnen beobachtet.[2])

Neu angelegte Brunnen besitzen immer ein an gelösten Substanzen ärmeres Wasser, als solche die längere Zeit im Gebrauche stehen. Durch Tieferlegen des Brunnenschachtes kann häufig eine Verbesserung des Wassers erzielt werden.

Es beweisen diese Thatsachen, daß sich langsam aber stetig die oberen Partien des Bodens mit Abfallstoffen mannigfaltigster Art an-

[1]) Zur Hydrographie der Stadt Erlangen 1872.
[2]) Wagner. Zeitschrift für Biologie Bd. II und III.

reichern und wie schwierig es ist, aus einem Boden, von der geologischen Formation, wie der Erlangens oder eines Theiles von Bamberg ein möglichst reines Wasser zu schöpfen.

Aus diesem Grunde sind eben nur wenige Brunnen geeignet, als Normalwasser führende bezeichnet werden zu dürfen

Ich führe einige wenige solcher an:

1000 cc. enthalten:	Trockenrückstand	NaCl.	NO_3H	In 100.000 Härte DH°
Saubrunnen bei Erlangen Quelle a. d. Stubensandstein im Walde	0.106	0.028	0.002	–
Neuer Brunnen i. d. Herrenstr.	0.100	0.011	0.010	1.8
Brunnen des Universitäts-Wasserwerk. Im Sandstein	0.340	0.079[1])	0.140	—
Brunnen neben dem Universitätsgebäude am Schloßplatze	0.060	0.030	0.003	

Diese Zahlen, welchen noch andere angefügt werden könnten, da im hiesigen Laboratorium[2]) schon seit einer Reihe von Jahren Untersuchungen der Erlanger Brunnen vorgenommen werden – liefern uns den Beweis, daß reine Wässer in unserer Formation nicht einmal den Maximalwert, welchen Dr. Schnitzer annahm, erreichen.

Aehnliche Verhältnisse trifft man auch in der Stadt Forchheim an. Aus einer allerdings kleinen Reihe von Beobachtungen — es liegen nur die Analysen von 8 Brunnenwässern vor, ergibt sich ein Schwanken des Trockenrückstandes zwischen 0·24 und 0.65 Gramm pr. Liter, wobei jedoch immer mit einer Zunahme desselben ebenfalls eine beträchtliche Steigerung des Kochsalzgehaltes und der organischen wasserlöslichen Substanzen stattfindet, während die Menge der Magnesia (MgO) und des Kalkes, letzterer innerhalb sehr enger Grenzen schwankend, sich wesentlich gleich bleiben.

Es dürfte also demnach als so ziemlich erwiesen zu betrachten sein, daß die Wässer des Regnitzthales, die im Sandboden liegen, verhältnißmäßig arm an festen Rückstand sind, in Mittel 0.30

[1]) Der Gehalt an Chlornatrium nimmt mit der Tiefe der Brunnen häufig zu, was auch Dr. Schnitzer schon erwähnt.

[2]) Laboratorium für angewandte Chemie.

pr. Liter, während die dem Stubensandstein entspringenden Quellen daran noch weit ärmer sind.

Es dürfte aber auch auf Grund dieser Beobachtungen erlaubt sein, Wässer, welche einen höheren Gehalt an Trockenrückstand, Na Cl und NO_3H als den als Durchschnittswert ermittelten besitzen, als Wässer zu bezeichnen sind, welche localen Verunreinigungen unterliegen. Da für Brunnen, deren Wasser von dem Grundwasser der Flüsse beeinflußt wird, eine Kenntniß der Zusammensetzung der betreffenden Flußwasser selbst, von Wichtigkeit ist, anderseits aber diese uns auch in einem gewissen Grade einen Rückschluß auf die Natur der Quellen und der Gesteine, aus welchen sie entspringen, erlaubt, so habe ich weiters in den Kreis meiner Untersuchung die meisten dem Gebiete der Regnitz angehörenden Flüsse gezogen, und ich gebe das Resultat eigener Analysen sowohl als solcher schon vorliegender in nachstehender Zusammenstellung:

	Trockenrückst.	Chlornatrium	Organische Subst.	Schwefelsäure	Salpetersäure	Kalk CaO	Magnesia MgO
Pegnitz[1]) Kämmerer	0.21 0.25	0.005	0.002	0.008	0.003	Härte	= 12.4 D. H°.
Schwabach bei Stadt Schwabach	0.240	0.02	0.008	—	0.004	Härte	= 3.7 D. H°.
Rednitz	0.212	0.019	0.002	—	0.015	Härte	= 4 D. H°.
Pegnitz bei Fürth	0.227	0.016	—	0.015	—	—	—
Regnitz bei Erlangen[2])	0.22	—	—		—	Härte	= 9.6 D. H°.
Rödelsheim[2])	0.143	—		—	—	Härte	= 4.5 D. H°.
Schwabach bei Erlangen[2])	0.228	—	—	—	—	Härte	= 9.4 D. H°.
Regnitz ober Forchheim	0.258	0.04	0.0009	0.013	0.002	0.086	0.036
Wiesent	0.258	0.011	0.0009	0.004	0.002	0.096	0.042
Regnitz unter Forchheim	0.249	0.046	0,0045	0.007	0.004	0.038	verloren
Reiche Ebrach	0.282	0.023	—	0.066	—	0.081	0.037
Rauhe Ebrach	0.258	0.035	—	0.057	—	0.064	0.022
Aurach	0.264	0.012	—	0.037	—	0.089	0.036
Regnitz bei Bamberg	0,281	0.032		0.037		0.088	0.038

[1]) Kämmerer, Untersuchung des Pegnitzwassers in Nürnberg.
[2]) Schnitzer, Hydrographie von Erlangen.

I. Brunnen am linken Ufer des westlichen Regnitzarmes. III. u. IV. Distrikt der Stadt Bamberg.

Nro.	Bezeichnung, Lage und Nro. des Brunnens.	Trockenrückstand	Chlornatrium Na Cl	Org. Substanz in Sum. Sauerst.	Schwefelsäure SO_4H_2	Salpetersäure NO_3H	Salpetrige Säure	Ammoniak	Kalk Ca O	Magnesia Mg O	Härte Gesammt	Härte D H° Bleibende
27	Pumpbrunnen in der Storchsgasse vis a vis Schreiner Pickel.	0.980	0.250	0.0021	0.067	0.141	0.000	Spuren	—	—	26.3	—
28	Pumpbrunnen am Ziegelhof.	0.951	0.162	0.0017	0.087	0.150	Beträchtl Spuren	Spuren	—	—	29.6	8.2
29	St. Otto-Brunnen	0.435	0.026	0.0022	0.028	0.031	0.000	Spuren	—	—	15.6	10.1
30	Brunnen am Michaelsbergerhof.	0.519	0.058	0.0004	0.103	0.030	Spuren		—	—	12.5	—
11	Schrottenberger Hofbrunnen.	1.020	0.183	0.0022	0.073	0.21	0.000	Spuren	—	—	20.6	10.2
13	Pumpbrunnen vor dem erzbisch. Palais.	0.687	0.109	0.0020	0.046	0.125	Geringe Spuren	0.000	—	—	15.3	3.3
2	Grünhundsbrunnen.	0.712	0.111	0.0011	0.047	0.115	0.000	Beträchtl Spuren	—	—	18.5	9.8
3	Katzenbergsbrunnen.	0.954	0.194	0.0016	0.074	0.110	Geringe Spuren	Beträchtl Spuren	—	—	18.0	5.5
1	Düthörnleinsbrunnen.	0.856	0.160	0.0011	0.086	0.091	Spuren		0.156	0.102	16.0	10.0
4	Löschenbrunnen.	0.609	0.120	0.0012	0,—	0.070	0.000	Spuren	—	—	16.6	7.0
31	Pumpbr. Concordiastr. vis a vis Katharinhof	0.767	0.145	0.0005	0.049	0.126	0.000	Spuren	0.209	0.075	20.0	8.3
14	Brunnen v. d. Bierwirthsch. z. „Stadt Paris“	0.670	0.096	0.0019	0.051	0.107	0.000	0.000	—	—	16.5	3.8
39	Oeffentlicher Brunnen am Eingange des Landesgerichtsgefängnisses obere Sandstr.	0.799	0.145	0.0009	0.056	0.143	0.000	Spuren	0.158	0.075	14.3	5.9
15	Brunnen neben dem Anwesen des Häfner Fläschner in der Maternstraße.	0.989	0.196	0.0040	0.089	0.145	0.000	Spuren	—	—	18.8	5.0
—	Wasser aus dem Schachte d. Wasserwerks.	0.276	0.017	0.0003	0.034	0.009	0.000	0.000	0.091	0.035	6.6	—

II. Brunnen der Stadt-Insel, 1. Distrikt der Stadt Bamberg.

Nro.	Bezeichnung, Lage und Nro. des Brunnens.	Trockenrückstand	Chlornatrium $Na\,Cl$	Org. Subst. in Grm. Sauerst.	Schwefelsäure SO_4H_2	Salpetersäure NO_3H	Salpetrige Säure	Ammoniak	Kalk $Ca\,O$	Magnesia $Mg\,O$	Härte Gesammt	Härte D H° Bleibende
21	Brunnen in der Fischerei vor dem Schuhmacher Henkelmann.	0.994	0.324	0.0018	0.064	0.142	Spuren	Beträchtl Spuren			25	6.5
22	Brunnen in der Schulgasse.	0.685	0.174	0.0011	0.054	0.108	Geringe Spuren	Spuree			12	5.3
23	Brunnen beim alten Militärlazareth.	0.731	0.087	0.0017	0.099	0.071	—	Spuren			14.5	8.1
25	Brunnen am Obstmarkt.	0.419	0.054	0.0007	0.044	0.050	Beträchtl Spuren				11.8	6.4
26	Brunnen in der Rosengasse.	0.904	0.133	0.0010	0.136	0.113		Beträchtl Spuren			14.8	8.0
36	Brunnen des Kfm. Leininger am Holzmarkt.	0.588	0.117	0.0026	0.049	0.060	Beträchtl Spuren	Spuren	0.122	0.061	11.6	3.6
38	Brunnen Hainstraße Nr. 12.	0.518	0.043	0.0012	0.093	0.0138	Spuren	Spuren	0.127	0.085	10.8	4.4
40	Brunnen am Schillerplatz.	0.572	0.043	0.0011	0.089	0.048		Spuren	0.057	0.063	15.6	—
	Privatbrunnen in der Mitte der Keßlerstr.	0.512	0.174	0.0090	—	—	—	Spuren	—	—	—	—

III. Brunnen am rechten Ufer des östlichen Regnitzarmes II. Distrikt der Stadt Bamberg.

Nro.	Bezeichnung, Lage und Nro. des Brunnens.	Trockenrückstand	Chlornatrium $NaCl$	Org. Substanz in Gem. Sauerst.	Schwefelsäure SO_4H_2	Salpetersäure NO_3H	Salpetrige Säure	Ammoniak	Kalk CaO	Magnesia MgO	Härte Gesammt	Härte Bleibende	D H°
5	Vor der Kapelle in der Wunderburg	0.305	0.046	0.0023	0.028	0.049	Geringe Spuren				7.3	7.0	
6	In der Egelseerstr. vis a vis Prof. Schmid	0.828	0.185	0.0034	0.098	0.105	Geringe Spuren				15.5	9.0	
7	In der Egelseerstraße vis a vis dem Feulner'schen Hause.	1.015	0.130	0.010	0.069	0.120		Spuren			17.5	8.5	
37	Am Gangolphsplatz.	0.969	0.164	0.003	0.098	1.198		Spuren	0.148	0.99	12.8	4.8	
8	Ob. Königsstr. vor d. Nüßlein'schen Hause.	1.278	0.296	0.0011	0.160	0.190		Beträchtl Spuren			20.5	9.8	
9	Obere Königsstraße vor dem Sattlermeister Pauckner'schen Hause.	1.232	0.248	0.0031	0.181	0.240	Sehr ger.	Spuren			19.6	13.2	
19	Am Eing. z. Heiliggrabstr. beim „Kronprinz"	0.827	0.139	0.002	0.139	0.134	Sehr ger.	Spuren			27.1	14.6	
18	Heiliggrabstr. i. d. Nähe des Militärlazareths	0.534	0.075	0.002	0.087	0.073					21.6	11.8	
16	In der Fröschgrube.	1.159	0.180	0.0037	0.121	0.287	Sehr ger.	Spuren			19.0	14.6	
10	Untere Königsstraße vor dem Schlossermeister Kaiser'schen Hause.	1.230	0.258	0.003	0.135	0.340	Sehr ger.	Spuren			17.8	6.5	
12	In der Siechenstr. v. d. „grünen Baum"	1.390	0.300	0.005	0.128	0.330	Sehr ger.	Spuren			20.3	11.25	
17	Siechenstr. am Ausgange der Fröschgrube.	0.902	0.163	0.002	0.093	0.256	Sehr ger.	Spuren			25.8	15.5	
20	Vor dem Reithause in der Siechenstraße.	1.177	0.191	0.0017	0.071	0.154	Sehr ger.	Spuren			25.0	6.5	

Brunnen der Stadt Bamberg,

angeordnet im Sinne der Grundwasserprofile von Osten nach Westen.

I.

Nr. d. Brunnens	18	16	9	Regnitz östlicher Arm	26	Privatbr. i. d. Keglerstraße	25	Regnitz westlich. Arm
Trockenrückst.	0.534	1.159	1.23	0.291	0.904	0.51	0.419	0.281
Chlornatrium	0.075	0.12	0.18	0.031	0.13	0.17	0.0536	0.03
Organ. Subst.	0.002	0.004	0.003	0.002	0.001	0.009	0.0007	0.002
Schwefelsäure	0 0868	0.121	0.181	0.037	0.136	–	0.0441	0.0372
Salpetersäure	0.073	0,28	0.224	0.005	0.11	—	0.05	0.005
Härte	21	19	19	14.8	6.8	—	11.8	7.3

II.

Nr. des Brunnens	19	37	8	Regnitz östlicher Arm	23	38	Regnitz westlich. Arm
Trockenrückstand	0.534	0.969	1.278	0.291	0.731	0.518	0.281
Chlornatrium	0.076	0.164	0.296	0.031	0.087	0.044	0.030
Organische Subst.	0.002	0.003	0.001	0.002	0.002	0.0012	0.002
Schwefelsäure	0.087	0.098	0.161	0.037	0.099	0.093	0.037
Salpetersäure	0.073	0.198	0.190	0.005	0.071	0.038	0.005
Härte	27	12	20	6.8	14	10	7.3

III.

Nr. d. Brunnens	17	12	10	Regnitz östlicher Arm	36	21	22	Regnitz westlich. Arm
Trockenrückstand	0.902	1.39	1.23	0.291	0.586	0.990	0.685	0.281
Chlornatrium	0.162	0.300	0.250	0.031	0.117	0.324	0.174	0.030
Organ. Subst.	0.002	0.005	0.003	0.002	0.0026	0.002	0.0011	0.002
Schwefelsäure	0.093	0.128	0.135	0.037	0.049	0.064	0.054	0.037
Salpetersäure	0.256	0.330	0.239	0.005	0.060	0.142	0.107	0.005
Härte	25	20	18	6.8	11.6	25	12	7.3

Die im vorliegenden mitgetheilten analytischen Resultate enthalten diejenigen Beobachtungen, mittelst deren sich eine Beurtheilung der Bamberger Brunnenwässer in dem eingangs geäußerten Sinne durchführen lassen wird.

Wir finden Quellen und Brunnen in dem hügeligen Theile der Stadt, welche mit Ausnahme des Otto-[1]) und des Michaelsbergerhofbrunnen weit reicher an Trockensubstanz, Chlornatrium und Salpetersäure sind, als wir es nach den gewonnenen Erfahrungen für Keuperwässer annehmen dürfen.

Wenn auch einzelne der Brunnen, wie der Grünhundsbrunnen, der Katzenbergbrunnen und Löschenbrunnen, den Sandsteinfelsen direct zu entspringen scheinen, so dürfen wir doch nicht außer Acht lassen, daß z. B. der Löschenbrunnen einer Felsspalte in dem Keller eines Hauses entspringt, welcher Umstand in dem immerhin beträchtlichen Gehalt an NO_3H zusammengehalten den Verdacht nicht ausschließt, daß die Quelle dieses Brunnens auch andere, nicht im Sandstein liegende Wasserzuläufe besitzt. Für andere Brunnen, wie dem, gegenüber dem Schreinermeister Pickel in der Storchsgasse, der angeblich durch eine Quelle aus dem Sandstein kommend, gespeißt werwerden soll, erklärt sich der enorm hohe Trockenrückstand, der beträchtliche Gehalt von Kochsalz und Salpetersäure, hinlänglich durch die lokalen Verhältnisse: die in unmittelbarer Nähe auf dem Boden, welchen die Quelle durchströmt, bestehenden Wohn- und Wirthschaftsgebäude. Eine Verjauchung dieses im steilen Bergabhange liegenden Brunnens ist daher naheliegend.

Der Pumpbrunnen im Ziegelhofe liegt in Mitten eines, gewerblichen und landwirthschaftlichen Zwecken dienenden, Gebäudecomplexes.

Es lassen sich auf diese Weise durch Beobachtung der Lage der einzelnen Brunnen, die durch die analytischen Resultate auffallend dargelegten Verschiedenheiten ungezwungen erklären. Ganz dasselbe, aber noch im weit höheren Maaße, gilt für die Brunnen des 1. und 2. Bezirkes. Die chemische Untersuchung weist in den Wasser derselben Substanzen nach, welche unbedingt mit Zersetzungsheerden organischer Materie in naher Beziehung stehen.

Unwillkürlich drängt sich die Frage auf, wie und auf welche

[1]) Die den Sct. Ottobrunnen umgebenden Höhen von St. Getreu werden nach Schrüfer aus rothem Keuperthonen gebildet.

Weise nicht nur den augenblicklich herrschenden schlechten Zustande, sondern noch vielmehr dem, erfahrungsgemäß zu erwartenden noch schlechteren abgeholfen werden könnte.

Vor Allem ist es als nothwendig zu bezeichnen, daß von Seite der Bewohner Alles aufgeboten werden muß, um möglichst wenig Abfallstoffe in den Boden gelangen zu lassen.

Eine strenge Beaufsichtigung der Cloaken, der Kanäle, sorgfältige Ausmauerung der Düngerstätten sind als Maßregeln zu nennen, auf deren genauer Ausführung die Sorge der Bewohner gerichtet sein muß.

Diesen Bemühungen kommen dann natürliche günstige Verhältnisse zu Hülfe, es ist dies der nach Westen gerichtete, den Boden reinigende Grundwasserstrom[1]) und die außerordentlich lockere, Oxydationsvorgänge beschleunigende Beschaffenheit des Terrains. Die hohen Gehalte an Salpetersäure gegenüber den meist verschwindend kleinen Mengen von Ammoniak und salpetriger Säure, sind ja der beste Beweis für die im Boden vor sich gegangene Oxidation organischer Stoffe.

Eine Verbesserung der Brunnen ließe sich in manchen Fällen durch ein Vertiefen der Brunnenschächte erreichen, wenigstens sprechen die Erfahrungen, die in Erlangen gemacht wurden, dafür.

Ich will nur aus dem reichen Materiale was für Erlangen vorliegt zwei Fälle herausgreifen, um zu zeigen, in welchem Maaße das Wasser der Brunnen durch Tieferlegen gebessert werden konnte.

1000 ccm.	enthalten		Trocken-rückstand	Chlor-natrium	Salpeter-säure
Brunnen vor dem Nürnberger Thore	vor dem	Tieferlegen	0.437	0.066	0.003
	nach dem		0.095	0.022	0.000
Brunnen an der Brucker Straße	vor dem		0.414	0.085	0.130
	nach dem		0.159	0.027	0.057

[1]) Der wechselnde höhere Stand des Flußwassers, bald im westlichen, bald im östlichen Arm, läßt allerdings ein Spülen der Stadtinsel in Frage gestellt erscheinen. Den Einfluß der wechselnden Wasserstände auf dem Boden der Stadtinsel macht die graphische Darstellung ersichtlich.

So viel steht aber fest, daß der allmäligen Verjauchung des Bodens vorgebeugt werden muß, selbst dann, wenn die Bewohner der Stadt dem mangelhaften Hausbrunnen, das bessere Wasser des Wasserwerkes vorziehen würden, dadurch würde wohl der eine oder andere, oder sämmtliche Brunnen außer Gebrauch kommen, die Gefahr aber, vor welcher selbe durch ihr wenig schmackhaftes Wasser fortwährend warnten, würde fortbestehen und das nicht zu Gunsten der Stadt.

Auf diesen wenig wünschenswerten Zustand des Bodens und des Grundwassers, hat Prof. Dr. Schrüfer in seiner oftmals citirten Arbeit aufmerksam gemacht und seine Bedenken finden in dieser, hiemit vorgelegten chemischen Untersuchung der Brunnenwässer Bamdie vollste Bestätigung.

Zum Schlusse dieser Mittheilungen möchte ich mir noch einige Bemerkungen, über die bei der Ausführung den vorgelegten Untersuchung benützten analytischen Methoden gestatten.

Trockenrückstand.

Zu den Trockenrückstandsbestimmungen wurden je 500 ccm filtrirten Wassers in einer Platinschale eingedampft und bei 150 bis 160° C. bis zur Gewichtsconstanz getrocknet. Von der Bestimmung des Glührückstandes glaubte ich absehen zu dürfen, da derselbe keineswegs die Menge der verbrennlichen organischen Substanzen angibt.

Beim Glühen des Trockenrückstandes findet eine tiefgehende Veränderung der Mineralbestandtheile desselben statt: Cloride werden verflüchtiget, Nitrate und Carbonate zerstört, und nachheriges Befeuchten mit Kohlensäurereichem Wasser vermag nicht die ursprüngliche Zusammensetzung wieder herzustellen. Aus diesem Grunde ließ ich die Glührückstandsbestimmungen gänzlich fallen, da dieselbe wirklich nichts anderes als eine qualitative Reaction auf organische Substanzen ist.

Die Bestimmung der gelösten organischen Substanzen geschah durchwegs nach der von Kubel angegebenen Methode in saurer Lösung. Die Resultate sind in Gramm Sauerstoff verbraucht zur Oxydation von 1000 ccm Wasser angegeben.

Chlor wurde nach der Methode von Mohr bestimmt, auf Chlornatrium berechnet, Kalk, Magnesia, Schwefelsäure gewichtsanalytisch bestimmt.

Salpetersäure.

Zu den in größerer Menge in Brunnenwässer vorkommenden Verbindungen gehört die Salpetersäure.

Sie bildet sich aus den verwesenden stickstoffhaltigen organischen Körpern, ihre Gegenwart und Menge steht nicht allein in naher Beziehung zu denselben, sondern vermag uns auch ein ziemlich deutliches Bild über den Zersetzungs- und Oxydationsvorgang im Boden zu liefern[1]).

Die Methoden zur Bestimmung der Salpetersäure, welche bislang Anwendung gefunden, sind die von Schulze[2]), Reichardt[3]) und Marx[4]). Den beiden ersteren wird der bequemeren und rascheren Ausführung wegen gerne die Indigomethode vorgezogen.

Es ist aber hinlänglich bekannt, daß diese Methode große Fehlerquellen einschließt und von mancher Seite wurde wieder auf die beiden anderen zurückgegriffen.

Diese erfordern aber mehr Zeit zur Ausführung und sind aus diesem Grunde in manchen Fällen nicht anwendbar. Ebenso geht es mit der Methode, welche Kämmerer[5]) zur Bestimmung der Salpetersäure anwendete, die auf der Reduction derselben durch Natriumamalgam zu Ammoniak beruht.

Es war mir daher ganz besonders daran gelegen, die leicht und rasch in wenig Minuten ausführbare „Indigomethode" von ihrer größten Fehlerquelle zu befreien und ganz allgemein den Zwecken der Trinkwasseruntersuchung verwendbar zu machen, umsomehr als es hiebei mehr auf die relativen Verhältnisse der Salpetersäuremengen als eine absolut genaue Bestimmung derselben ankommt.

Wie bekannt, verläuft die Reaction zwischen Indigoschwefelsäure und Salpetersäure nur dann gleichmäßig, wenn in allen Fällen der Wiederholung gleiche Bedingungen herrschen und wichtige Bedingungen sind Concentration und Temperatur.

---

[1]) O. Reich, die Salpetersäure im Brunnenwasser und ihr Verhältniß zur Cholera ꝛc. Berlin 1869.

[2]) Zeitschrift für analyt. Chemie 1870. 401 u. Kubel-Tiemann-Wasseruntersuchungen.

[3]) Zeitschrift f. analyt. Chemie 1870. 24.

[4]) Zeitschrift f. analyt. Chemie 1868. 412.

[5]) Kämmerer Untersuchung des Pegnitzwassers in der Stadt Nürnberg.

Ich habe nun eine Reihe von Versuchen angestellt, welche mich über den Einfluß der Concentration aufklären sollen.

Die zu diesen Versuchen angewendete Indigolösung wurde aus Indigotin durch Auflösen in concent. engl. Schwefelsäure, starkem Verdünnen mit Wasser, um die gleichzeitig gebildete Indigomonosulfosäure abzuscheiden, erhalten, ist also eine Lösung von Indigodischwefelsäure. Die so dargestellte vollkommene klare Lösung wurde soweit verdünnt bis 5 ccm. einer Salpeterlösung (0,060 Gramm NO_3H in Liter), die mit 5 ccm conc. reiner Schwefelsäure versetzt, eben durch 5 cmm der Indigolösung blaugrün gefärbt wurden.

Die Titration nahm ich in kleinen Glaskölbchen von 25 bis 30 cmm Inhalt vor.

Es ist nöthig, eventuelle Fehler, welche sich bei einem Versuche ergeben können, durch öftere Wiederholung desselben unschädlich zu machen.

Die Salpeterlösungen, welche in dieser Versuchsreihe angewendet wurden, hatten die in der ersten Colonne angegebenen Concentrationen, die für je 5 cmm derselben verbrauchte Indigolösung als Mittel aus 10 Bestimmungen, finden sich in der zweiten der folgenden Tabelle.

1 ccm. Indigo = 0.00006 Grm. NO_3H.

Lösung enthält Grmm. NO_3H im Liter	Für 5 ccm. verbrauchte Indigolösg.	Daraus berechn. Menge NO_3H p. Ltr.	Differenz
0.600 Grm.	15.35	0.184	0.416
0.540 „	14.53	0.174	0.366
0.480 „	13.8	0.165	0.315
0.420 „	12.8	0.154	0.266
0.360 „	11.8	0.142	0.218
0.300 „	11.0	0.132	0.168
0.240 „	10.1	0.121	0.110
0.180 „	9.0	0.108	0.072
0.120 „	7.3	0.087	0.033
0.060 „	5.0	0 060	0.000
0.030 „	3.0	0.036	†0.906
0.010 „	0.9	0.011	†0.001
0.005 „	0.35	0.0042	†0.0008
0.003 „	0.12	0.0014	0.0016

Es hat sich bei diesen Versuchen herausgestellt, daß gleiche Mengen Salpetersäure immer gleiche oder doch annähernd gleiche Mengen Indigolösung verbrauchen, bei den concentrirteren Lösungen muß die Reaction unter Erwärmen zu Ende geführt werden.

Daß die für 5 ccm. irgend einer Salpeterlösung verbrauchten Mengen Indigo nicht direct den Gehalt derselben an Salpetersäure angeben ist schon lange bekannt.

Es wurde von verschiedenen Seiten der Vorschlag[1]) gemacht die Lösungen soweit zu verdünnen, bis 5 ccm davon ebenso viele Indigolösung verbrauchen (5ccm) als die als Titerflüssigkeit benützte Salpeterlösung. Dabei ist es aber nöthig die Verdünnung auf mindestens 0.2 ccm genau zu treiben, da sonst die Fehler wieder zu bedeutend werden.

Eine Lösung, welche 540 Mllgem. Salpetersäure in Liter enthält, ist in Bezug auf die Titerflüssigkeit 9fach concentrirt.

Eine 9fache Verdünnung liefert unsere Normal-Salpeterlösung

Ein directer Versuch ergab als Mittel aus 10 Bestimmungen für 5 ccm derselben 5.2 ccm Indigolösung. Daraus berechnet sich ein Salpetersäuregehalt der ursprünglichen concentrirten Lösung von 0.561 Grmm. statt der thatsächlich 0.540 vorhandenen. Es ist natürlich, daß kleine Fehler sich durch Multipliction mit den Verdünnungscoefficienten wesentlich vergrößern, anderseits ist das auf lediges Probieren angewiesene Suchen nach dem richtigen Verdünnungsgrade sehr zeitraubend.

Trägt man die durch Versuche gefundenen Zahlen verbrauchter ccm Indigolösung und die diesen entsprechenden Mengen der Salpetersäure auf ein Ordinatensystem auf, so kann man direct aus den von irgend einer Salpeterlösung verbrauchten ccm Indigolösung den Gehalt an Salpetersäure in 1000 Theilen ablesen.

Ich gebe im Anhange die graphische Darstellung der bei dieser Methode erhaltenen Resultate.

Härtebestimmung.

Es ist schon mehrmals von verschiedenen Seiten hervorgeho-

[1]) Kubel—Tiemann „Wasser-Untersuchung". Hofmann theilt Versuche über den gleichen Gegenstand, ausgeführt im Labor. des Hrn. Prof. Hilger, mit.

ben worden, daß die Härtebestimmung nach Wilson nicht genaue, sondern unter Umständen, selbst beträchlich zu niedrige Werthe für den Gehalt an CaO und MgO liefert.

Ich habe die Beobachtung wiederholt gemacht — und mich durch einige Versuche überzeugt, daß es der Gypsgehalt ist, welcher diese großen Fehler verursacht. Um den Einfluß desselben auf die Genauigkeit der Härtebestimmung zu prüfen, wurde ein sehr weiches Wasser mit verschiedenen Mengen Gypslösung von bestimmter Concentration versetzt und die Härte darin einerseits mit Seifenlösung, anderseits der Kalkgehalt mittelst der Mohr'schen Methode volumetrisch bestimmt.

	Härte D H°	CaO (volumetrisch)
Wasser ohne Gypszusatz	5.2 D H°	. . 4.9 CaO
Dasselbe Wasser mit 10%	11.93	13,9 CaO
dto. mit 20% Gypszusatz	11.06	21.2 CaO

Mit zunehmendem Gypsgehalt wächst der Fehler, der unbeachtet bleiben kann, da ja zur Vollendung der Reaction nicht mehr Seifenlauge verbraucht wurde als die zur Titerstellung derselben benützte Chlorcalciumlösung verlangt.

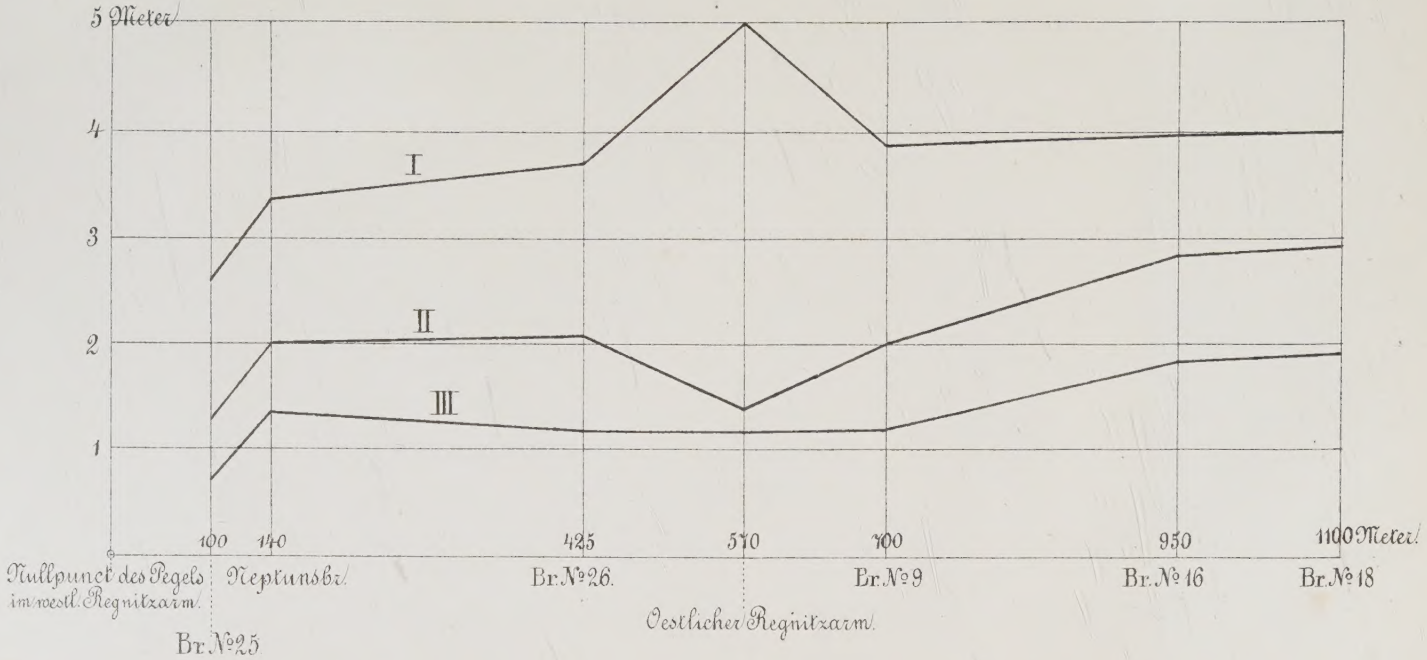
Bei hinreichender Verdünnung jedoch erhält man Werte, welche dem wirklichen Kalkgehalt des Wassers nahe kommen.

Es empfielt sich also bei gypsreichen Wassern die Verdünnung so weit zu treiben, daß für 100 ccm Wasser nicht mehr als 12 ccm Seifenlauge bis zum Stehenbleiben des Schaumes verbraucht werden.

der

I. höchsten, II. mittleren, III. niedersten Wasserstände

vom 1. August 1882 an, bis Ende Juli 1884.



J. Frohauf lith.